

возможность на основе разработанных автором алгоритмов восстановления локальных отклонений эквипотенциальной поверхности потенциала силы тяжести по наземным гравиметрическим данным, и оперативной оценки напряженно-деформированного состояния геологической среды при решении широкого круга практических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Привалов В.А. Тектоническая природа зон выбросоопасности в Донбассе // Уголь Украины. – 2003. – №3. – С. 33 – 37.
2. Турчанинов И.А., Марков Г.А., Иванов В.Н., Козырев А.А. Тектонические напряжения в земной коре и устойчивость горных выработок. – Л.: Наука, 1978. 254 с.
3. Тяпкин К.Ф. Новая ротационная гипотеза структурообразования и геостазия // Геофизический журнал. – 1980. – № 5. – С. 40 – 46.
4. Артемьев М.Е., Дубровский В.А. О связи упругих напряжений в литосфере с нарушениями изостазии // Физика Земли. – 1976. – № 10. – С. 93 – 97.
5. Страхов В.Н. Алгоритмы редуцирования и трансформации аномалий силы тяжести, заданных на физической поверхности Земли // Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. – Киев, Наук. Думка, 1992. – С. 4 – 81.
6. Лурье А.И. Теория упругости. – М.: Наука, 1970. – 939 с.
7. Забигайло В.Е., Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. и др. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса. – К.: Наук. Думка, 1994. – 150 с.
8. Бусыгин Б.С., Мирошниченко Л.В. Распознавание образов при геолого-геофизическом прогнозировании. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1991. – 168 с.
9. Гончаренко В.А., Довбняч М.М. Применение алгоритмов распознавания образов для прогнозирования аномальных газонасыщенных зон в Донбассе по геолого-геофизическим данным // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия», Донецк, 11-15.10.2004

УДК 622.272: 551.24

Зам. директора шахты Д.П. Гуня
(шахта им. А.Ф. Засядько)

ПРОГНОЗ МАЛОАМПЛИТУДНОЙ РАЗРЫВНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО И ИМ. К.И. ПОЧЕНКОВА

Розглянута можливість використання даних, що характеризують регіональні поля напруг, для вивчення і прогнозу малоамплітудної розривної порушеності вугільних пластів на прикладі шахт ім. О.Ф. Засядька і ім. К.І. Поченкова.

FORECASTING OF LOW-AMPLITUDE BREAKING DISTURBANCE OF THE COAL STRATAS IN A.F.ZASYADKO'S MINE AND K.I. POCHENKOV'S MINE

The article analyzes possibility to use characteristics of regional stress fields while studying and forecasting low-amplitude breaking disturbance of the coal stratum in A.F.Zasyadko's mine and K.I. Pochenkov's mine.

Одним из основных факторов, осложняющих ведение горных работ, является тектоническая нарушенность. Она осложняет технологический ритм добычи угля, увеличивает его себестоимость, влияет на гидрогеологический режим, перераспределение газов в массиве, газодинамическую активность пород. Поэтому изучение и прогноз нарушений, и особенно малоамплитудных

разрывов, которые по геологоразведочным данным не выявляются, необходимы и актуальны.

Большинство известных методик прогноза тектонической нарушенности угольных пластов базируется на определении генетической и аналитической взаимосвязи малоамплитудных нарушений с крупно- и среднеамплитудными разрывами, складками, а также литолого-фациальными условиями накопления угленосных отложений [1]. Но при этом не учитываются сведения о полях напряжений, которые, собственно, и обуславливают образование нарушений. Поэтому возможность применения данных, характеризующих поля напряжений, для изучения и прогноза малоамплитудной разрывной нарушенности является целью предлагаемой статьи.

Теоретической основой проведенных исследований являются взгляды М.В. Гзовского [2] и В. Ярошевского [3], согласно которым процесс полной деформации состоит из трех стадий, каждая из которых предполагает определенное состояние массива: упругое → вязкое (пластичное) → хрупкое. На каждой из этих стадий могут образовываться разрывные нарушения определенного типа: на упругой – сбросы, сдвиги; вязкой – взбросы, надвиги, сдвиги, хрупкой – сдвиги.

Наиболее вероятно, что заложение средне- и крупноамплитудных взбросов и надвигов Донбасса происходит на упругой или вязкой стадиях. Образовавшиеся микродислокации на протяжении дальнейшей деформации блока увеличиваются, сливаются и формируют сместители средне- и крупноамплитудных разрывных нарушений. Для разрывов такого типа характерно то, что их простирание совпадает с простиранием крупноамплитудных складок, образовавшихся под действием этих же напряжений.

На границе пластической и хрупкой стадий проходит образование разрывов «вязкого» типа. Сохраняющий пластичность массив под действием сжимающих сил вначале изгибается в складки, а затем разрывается. Для нарушений такого типа характерно наличие преднадвиговых подгибов пластов.

С хрупкой стадией деформации массива связано формирование сместителей средне- и крупноамплитудных надвигов, а также большинства малоамплитудных хрупких разрывов исследуемого тектонического блока.

Анализ механизма образования поверхностей смещения разрывов позволяет определить стадию, на которой они образовались. Но, исходя из того, что с ростом величины напряжений происходит последовательное формирование дислокаций: от пластичных (складчатость) деформаций – к хрупким (разрывы), от микродислокаций – к крупноамплитудным нарушениям, то теоретически наиболее вероятно, что заложение и развитие малоамплитудных нарушений происходило на хрупкой стадии и на последних фазах альпийского тектогенеза.

Наиболее полно тектоническую обстановку Донбасса во время альпийского тектогенеза отражают результаты восстановления альпийских полей напряжений методами кинематического анализа (КА) и структурно-парагенетического анализа (СПА), современных движений – сейсмологические данные. Отмечены две основные особенности этого периода.

Первая - тектонические движения альпийского тектогенеза для Донбасса отличаются «пульсирующим» характером, о чем свидетельствуют геологические данные (отмечено примерно, 13 тектонических фаз), и результаты КА и СПМ – 7 кратное изменение полей напряжений массива. В Донецко-Макеевском районе работами В.С. Вереды [4], О.А. Куца [5] и О.И. Павлова [6] установлено только три поля напряжений. В отличие от натурных измерений главных компонент напряжений и физического моделирования дислокаций, где σ_1 - ось максимальных по величине напряжений, σ_3 - минимальных, σ_2 - промежуточных, для методов КА и СПА принято, что σ_1 - ось растяжения, σ_3 - сжатия, σ_2 - промежуточная. Предположение о таком количестве изменений величин и направлений действовавших сил в течение альпийского тектогенеза проблематично. Поэтому наиболее вероятно, что направления действовавших сил сохранялось, но изменялись величины главных компонент. Изменения направления осей напряжений может быть связано с тем, что после образования каждого нарушения происходит разрядка и перераспределение напряжений [2]. При образовании большого количества нарушений величина максимальной компоненты (σ_1) существенно изменяется. Она становится меньше промежуточной (σ_2) или минимальной (σ_3) компоненты. Тогда, при той же ориентировке осей главных напряжений промежуточная ось (σ_2) станет максимальной, минимальная (σ_3) - промежуточной. То есть при тех же направлениях главных осей происходит изменение их величин – «переиндексация» осей. Теоретическая возможность этого явления показана и обоснована в работах [7]. Такая переиндексация осей позволяет объяснить существование различных полей напряжений при действии одних и тех же сил. Изменение полей напряжений влечет за собой формирование различных типов дислокаций в течение одной тектонической фазы. Так как, если: плоскость $\sigma_1 \sigma_3$ - вертикальна, то образуются сбросы (σ_1 - вертикальная) или взбросы (σ_1 - горизонтальная); при горизонтальном расположении плоскости $\sigma_1 \sigma_3$ образуются сдвиги (рис. 1).

Подтверждением высказанного предположения, являются результаты, приведенные в работе О.А. Куца [5]. Им, на основании реконструкции полей напряжений и деформаций, показано, что в альпийский период «по крайней мере, на локальном уровне положение оси σ_1 изменялось от субгоризонтального до субвертикального».

Повторение ориентировки осей главных компонент поля напряжений приводило, в основном, к увеличению параметров мало- и микро амплитудных разрывов, и образованию зон малоамплитудных разрывов.

Вторая особенность - по мнению большинства исследователей, в этот период преобладали следующие направления осей главных нормальных напряжений: σ_1 - субмеридиональное, σ_3 - субширотное (диагональное к простиранию Донбасса). Такое же расположение, по данным [5], они имеют в настоящее время.

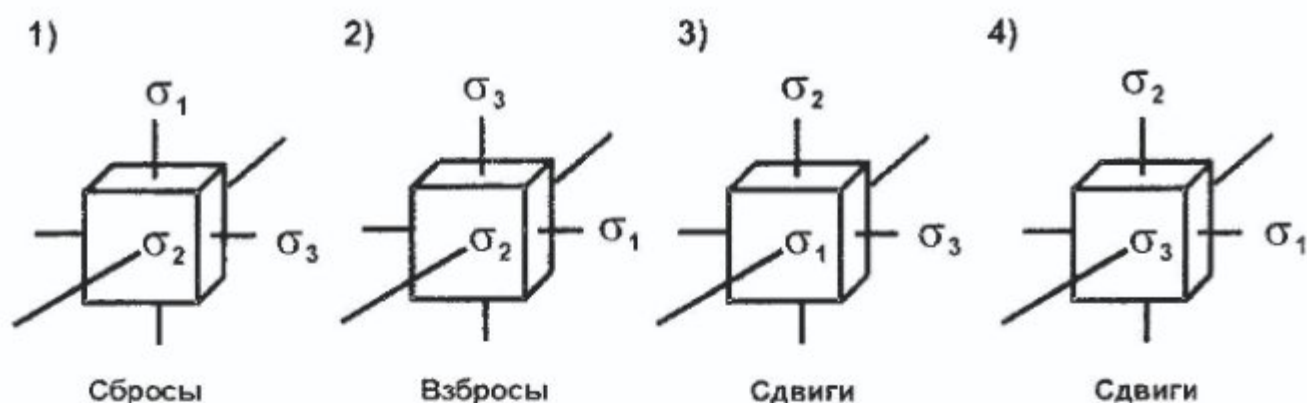


Рис. 1 – Влияние полей напряжений на тип разрушений в массиве (по В. Ярошевскому [3]).

Однако, это региональное поле характерное для всего бассейна. В пределах отдельных блоков, структур, шахт оно отличается. Для определения поля напряжений в пределах исследуемого участка необходимы натурные измерения. При этом количество измерений, как правило, невелико и их недостаточно для представления полной картины поля напряжений отдельных пластов, лав или участков. Поэтому необходима тектоническая модель объекта, отражающая упрощенное представление о процессе образования дислокаций, в которой измеренные величины и направления главных компонент поля напряжений не должны противоречить распределению нарушений.

Известно, что исследуемый массив, вследствие сложности стратиграфического разреза и анизотропии пород, достаточно неоднороден, и, в целом, его можно представить как совокупность неоднородно деформированных фрагментов. Но на региональном уровне они проявляют признаки однородности, что позволяет применять к структуре закономерности, установленные в отношении однородных и изотропных тел. Это позволяет привлечь физические, оптические или компьютерные модели, а также аналитические исследования напряженного состояния массива горных пород, базирующиеся на механике сплошных сред.

Необходимо отметить, что в настоящее время вопросы физического моделирования детально разработаны и во многих работах [3] представлены модели, отражающие расположение дислокаций в различных полях напряжений. Знание полей напряжений в пределах конкретного участка (шахты, пласта, структуры) позволит выбрать тектоническую модель образования дислокаций. Анализ реальных данных (на отработанных пластах и сопоставление их с моделью позволит методом аналогии прогнозировать расположение зон малоамплитудных разрывов на неотработанной части поля.

Рассмотрим возможность прогноза малоамплитудных разрывов на примере шахт им. А.Ф. Засядько и К.И. Поченкова. В региональном плане поля шахт расположены в пределах одного тектонического блока, ограниченного крупными структурами различных типов: на юге – субширотным Мушкетовским надвигом, на западе и востоке – соответственно Ветковской и Чайкинской флексурами, на севере – Кальмиус-Торецкой котловиной.

На исследуемых шахтах проведены натурные измерения напряженного состояния массива методом локального гидравлического разрыва (ЛГР) [8, 9], которые позволили по экспериментально измеренным данным определять численные значения и направления осей главных нормальных составляющих современного поля напряжений. Измерения параметров главных компонент поля напряжений проводились в горных выработках шахт на глубинах, соответственно, 1000 и 915 м, на 3 – 5 пикетах по 3 – 5 замеров на каждом. По полученным данным были рассчитаны средние величины и определены направления осей главных компонент полей напряжений. Согласно полученным результатам массивы находятся в трехосном напряженном состоянии. Направления осей главных компонент действующего поля напряжений на шахтах одинаковы: составляющие σ_1 и σ_3 – субгоризонтальные, а составляющая σ_2 – субвертикальная, но величины и ориентация горизонтальных осей главных компонент на шахтах отличаются (табл. 1).

При анализе измеренных данных, прежде всего, возникает вопрос об их правильности. Местоположение шахт, в пределах одного тектонического блока, предполагает воздействие одинаковых по величине и направлению региональных тектонических сил, а, следовательно, и образование одинаковых полей напряжений. Однако существование различий в напряженном состоянии массивов шахт подтверждаются параметрами газодинамических явлений, произошедших на шахтах. Известно, что параметры выбросов являются проявлением напряженного состояния: выбросоопасность массива меньше при ориентации продольной оси горной выработки в направлении оси большей главной компоненты действующего поля напряжений. Так на шахте им. А.Ф. Засядько частота и сила выбросов угля в штреках, пройденных вдоль оси минимальной компоненты поля напряжений, вдвое больше, чем в наклонных выработках и квершлагах, а на шахте им. К.И. Поченкова максимальной силы выбросы (до 2 тыс. т) произошли в квершлагах, а в полевых штреках не превышают 500 т. Эти данные свидетельствуют о неоднородности напряжений в пределах массива и подтверждают результаты замеров.

Таблица 1 – Параметры главных компонент поля напряжений на шахтах им. К.И. Поченкова и им. А.Ф. Засядько

Наименование шахты	Глубина измерения, м	Величины главных компонент действующего поля напряжений, МПа			Октаэдрическое напряжение, МПа (σ_0)	Ориентация оси σ_1 относительно залегания пород (азимут простиранья оси σ_1)
		σ_1 (max)	σ_2 (промежуточная)	σ_3 (min)		
им. Поченкова	915	58	26	21	35	по простиранью пород (50°)
им. Засядько	1000	51	28	19	32,7	вкрест простиранья пород (примерно 185°)

Дислоцированность, образующаяся в таком поле напряжений, рассмотрена в работе Ю.С. Шихина [10]. В результате физического моделирования им установлено, что в массиве (однородном и изотропном) при трехосном напряженном состоянии, трещиноватость развивается, в основном, по двум диагональным совокупностям поверхностей, угол между которыми примерно равен $50 - 60^\circ$. Одновременно образуются менее развитые субперпендикулярные (одна из которых субпараллельна направлению действующих сил) зоны трещин (рис. 2).

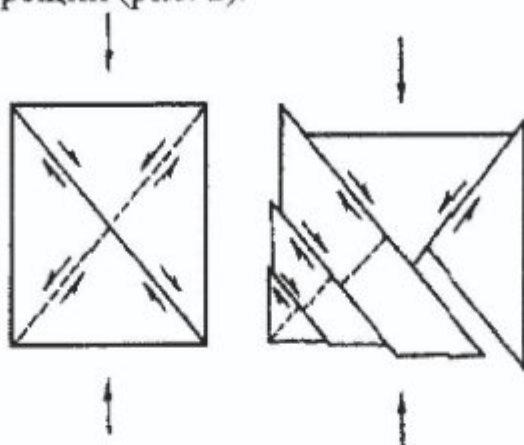


Рис. 2 - Схема селективного образования сопряженных трещин по Ю. Шихину

По планам горных работ и данным геологических служб шахт Засядько и им. К.И. Поченкова собраны и систематизированы параметры разрывных нарушений. Установлено, что в соответствии с морфогенетической классификаций [11], для исследуемого блока характерны нарушения тектонической группы: надвиги и сбросы. Преобладают надвиги.

С точки зрения механизма образования поверхностей смещения разрывов и перемещения по этим поверхностям, надвиги участка разделяются на разрывы хрупкого и вязкого типов. В южной части пласта l_1 на шахте им. А.Ф. Засядько прослеживается субширотный Софиевский надвиг с амплитудой около 25 м, отличающийся наличием преднадвигового перегиба, что позволило отнести его к деформациям вязкого типа. Остальные малоамплитудные нарушения относятся к деформациям хрупкого разрушения.

На поле шахте им. А.Ф. Засядько на основании анализа параметров, типов и расположения малоамплитудных разрывов на отработанных площадях угольных пластов установлено наличие зон малоамплитудных разрывов и отдельных дислокаций. В центральной части поля на пласте m_3 установлена зона малоамплитудных нарушений. В виде отдельных нарушений она прослеживается на пласте l_1 . Зона состоит из серии кулисообразных малоамплитудных разрывов типа надвигов; простирание, большинства из которых находится в интервале от 30 до 50° , амплитуда $0,2 - 0,5$ м. Простирание зоны - 38° , ширина - 350 м. На западе пласта (на пологой части восточного крыла Ветковской флексуры) прослеживается вторая зона (азимут простирания 15°). Третья зона (азимут простирания 40°) - расположена на востоке в районе скв. Ш 1319, Ш 1224.

Очевидно, что зоны малоамплитудных нарушений связаны с многократно повторяющимися полями напряжениями, возникающими в массиве под действием внешних сил и процессов; отдельные дислокации – условиями осадконакопления и др. факторами.

Приуроченность газодинамических явлений к зонам малоамплитудных нарушений, повышенная температура угленосного массива шахты отражают активизацию геодинамических процессов на современном этапе.

На поле шахте им. К.И. Поченкова по планам горных работ такие зоны выделить не удалось. Однако в работе И.О. Павлова [5] в пределах района выделены две сдвиговые зоны нарушений регионального уровня. Левосторонняя зона (азимут простирания 340°) если ее продолжить диагонально пересекает исследуемый блок, его наиболее нарушенную часть – Григорьевский надвиг. Правосторонняя зона (субширотная) пространственно и генетически связана с Мухомовским надвигом. По данным автора эти зоны образовались на заключительных этапах альпийского тектогенеза и продолжают формироваться в настоящее время.

Таким образом, установленные в тектонической блоке зоны малоамплитудных разрывов имеют четыре направления простирания:

- 340° - левосторонняя сдвиговая зона, по данным [3]);
- 40° - две трещиноватые зоны на шахте им. А.Ф. Засядько;
- 15° - на шахте им. А.Ф. Засядько;
- субширотная - правосторонняя сдвиговая зона, по данным [5].

Образование зон малоамплитудных нарушений такого простирания – две диагональные, угол между которыми равен 60° , а также субмеридиональная и субширотная – по данным физического моделирования дислокаций характерно для поля напряжений, имеющего такие ориентировки главных осей: σ_1 - субмеридиональная, σ_3 – субширотная, σ_2 - вертикальная). Именно такое направление главных осей альпийского и современного полей напряжений в Донбассе получено по результатам КА и СПА, а также подтверждается сейсмологическими данными и результатами замеров реального поля напряжений методом гидроразрыва.

Образовавшиеся в тектонической блоке деформации вызвали разрядку и перераспределение напряжений внутри блока, что обусловило отличия в напряженном состоянии массивов шахт (см. табл. 1). Меньшая величина напряжений на поле шахты им. А.Ф. Засядько, по нашему мнению объясняется активным формированием зон малоамплитудных нарушений и интенсивными горными работами, что приводит к снижению напряженного состояния в массиве. На шахте им. К.И. Поченкова замеры проводились в сдвиговой зоне и направления главных компонент измеренного поля совпадают с главными касательными напряжениями.

На основании проведенных исследований можно предположить, что диагональные и субмеридиональная зоны малоамплитудных разрывов, выделенные по отработанным угольным пластам шахты им. А.Ф. Засядько, будут продолжаться по простиранию (азимут простирания 40°) и глубине на неотработанное пространство.

Следовательно, результаты натурных измерений напряженного состояния массива методом локального гидравлического разрыва в сочетании с данными восстановления альпийских полей напряжений методами кинематического анализа (КА) и структурно-парагенетического анализа (СПА), сведениями о параметрах и расположении малоамплитудных разрывов на отработанных участках исследуемых шахт могут служить основой для прогнозирования параметров и расположения зон малоамплитудных разрывов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигаило В.Е. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – К.: Наукова думка, 1994. – 152 с.
2. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Недра, 1975. – 536 с.
3. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. – М.: Недра, 1981. – 245 с.
4. Вереда В.С., Юрченко В.К. О соотношении газодинамических зон трещиноватости углей и температурного режима Донбасса с современными тектоническими движениями // Современные движения земной коры – М.: Недра, 1968. – С. 80-90.
5. Куц О.А. Разрывная тектоника и прогноз нарушенности шахтных полей юго-западного Донбасса: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДТИ. – Днепропетровск, 1987. – 16 с.
6. Павлов И.О. Сдвиги и сдвиговые зоны в геологической структуре Донецко-Макеевского района Донбасса: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / НГУ. – Днепропетровск, 2004. – 16 с.
7. Семинский К.Ж., Адамович А.Н. Значение переиндексации осей главных нормальных напряжений при структурообразовании в различных зонах земной коры // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Новосибирск: РААН ИГД. – 2004. – С. 250 – 255.
8. Кулинич В.С., Шевелев Г.А., Егоров С.И. Методы и средства определения параметров геомеханического состояния массива. – Донецк: ЦЕНТИ, 1992. – 202 с.
9. Лукинов В.В. Роль напряженного состояния угленосного массива в формировании разрывной нарушенности на шахте им. А.Ф. Засядько / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, В.Г. Перепелица, Л.Д. Шматовский, Д.П. Гуля // Геотехн. мех. – 2005. – Вып. 51. – С. 124 – 131.

УДК 662.74:662.333

Директор С.С. Сокоренко (Львовская ГРЭ ДП
«Запукргеология» НАК «Недра Украины»)

ГАЗОГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ТЯГЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАСЕЙНА

У статті приведені результати досліджень газогенераційного потенціалу і перспективи промислової газонасності вугільних пластів і вміщуючих порід Тяглівського родовища. Установлено, що газогенераційний потенціал вугільних пластів і порід складає 1395151,5 млн. м³ і який можна ще наростити шляхом проведення детальної розвідки і спеціалізованих робіт.

GAS-GENERATION POTENTIAL AND ASPECTS OF COMMERCIAL GAS CONTENT OF COAL SEAMS AND SURROUNDING ROCKS OF TYAGLOVSKY COAL BEDDING IN LVIV-VOLYNSKY BASSIN

The article presents researching results of gas-generation potential and aspects of commercial gas content of coal seams and surrounding rocks in Tyaglovsky coal bedding. It is determined that gas-generation potential of the coal seams and rocks is 1395151.5 mln. m³, and it is possible to increase it thanks to more detailed exploration and specialization of jobs.